



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

POSGRADO DE REHABILITACIÓN ORAL III COHORTE

“Revisión Sistemática de Impresiones Digitales Intraorales”

Autor: OD. David Gerardo Carrillo Vaca

C.I: 1717129892

Director: Dr. Jaime Leonardo Astudillo Ortiz

C.I: 0102696986

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ESPECIALISTA
EN REHABILITACIÓN ORAL**

CUENCA - ECUADOR

2019



RESUMEN

Planteamiento del problema: Las impresiones digitales intraorales pueden variar en precisión y veracidad, dependiendo del escáner utilizado. Estos parámetros no han sido estudiados a profundidad.

Objetivo: Analizar y comparar las características de exactitud (precisión y veracidad) de las impresiones digitales intraorales.

Materiales y métodos: Se realizó la búsqueda en Pubmed y Cochcrane para identificar estudios relevantes sobre exactitud en impresiones digitales intraorales mediante superposición de imágenes, y modelos patrón para prótesis fija unitaria o arcos cortos, las características de los estudios fueron delimitadas por el sistema PICOS, recomendado por la guía PRISMA.

Resultados: 3 estudios cumplieron con los criterios de elegibilidad previamente establecidos. Los escáneres analizados y sus resultados de precisión y veracidad respectivamente en los 3 estudios fueron: Bluecam: 12.7 ± 2.6 um / 17.5 ± 1.8 um, Omnicam: 12.5 ± 3.7 um / 13.8 ± 1.4 um. Carestream 3500: 0.014 mm / 13 ± 1 , Zfx Intrascan: 0.033 mm / $30 \pm 10-45$, Bluecam: 0.029 mm / $22.5 \pm 25-30$, Omnicam: 0.031 mm / $30 \pm 32.5-27.5$, True definition: 0.011 mm / $10 \pm 2.5-7.5$. E4D dentist: 97.6 ± 109.2 um / 114.2 ± 80.7 um, Fastscan: 26.0 ± 24.4 um / 45.2 ± 29.8 um, iTero: 25.8 ± 22.5 um / 52.1 ± 38.8 um, Trios: 13.0 ± 12.1 / 49.7 ± 36.6 um, Zfx Intrascan: 132.3 ± 124.4 um / 89.4 ± 64.2 um.

Conclusiones e implicaciones: Las mediciones demostraron diferentes valores según el tipo de escáner, los de mejor rendimiento fueron: En **precisión:** Bluecam, Trios, Carestream 3500. Mientras que en **veracidad** fueron: True Definition, Omnicam, Fastscan.

Palabras clave: Exactitud, Precisión, Veracidad, Impresión Digital Intraoral, Escáneres Intraorales



ABSTRACT

Statement of the problem: Intraoral digital impressions may vary in precision and trueness (accuracy) between scanners, this issue needs to be studied.

Objective: Analyze, and compare the characteristics of accuracy (precision and trueness) of intraoral digital impressions.

Methods: A Medline/Pubmed and Cochcrane search was performed to identify relevant articles about precision and trueness in digital impressions. The search was limited to articles that describe the superimposition of STL files gained from a pattern for fixed partial prosthesis with an intraoral scanner. The articles were determined from the PICOS system recommended by the PRISMA guidelines.

Results: Three studies accomplished the eligibility criteria. The scanners included, and their results respectively were: Bluecam: 12.7 ± 2.6 um / 17.5 ± 1.8 um, Omnicam: 12.5 ± 3.7 um / 13.8 ± 1.4 um. Carestream 3500: 0.014 mm / 13 ± 1 , Zfx Intrascan: 0.033 mm / $30 \pm 10-45$, Bluecam: 0.029 mm / $22.5 \pm 25-30$, Omnicam: 0.031 mm / $30 \pm 32.5-27.5$, True definition: 0.011 mm / $10 \pm 2.5-7.5$. E4D dentist: 97.6 ± 109.2 um / 114.2 ± 80.7 um, Fastscan: 26.0 ± 24.4 um / 45.2 ± 29.8 um, iTero: 25.8 ± 22.5 um / 52.1 ± 38.8 um, Trios: 13.0 ± 12.1 / 49.7 ± 36.6 um, Zfx Intrascan: 132.3 ± 124.4 um / 89.4 ± 64.2 um. The studies evaluated the precision and trueness from the superimposition of STL images they manage the results in microns, only one study managed the results in millimeters.

Conclusions and implications: The superimposition demonstrated different values according to each scanner, scanners with better performance were: in precision Bluecam, Carestream 3500, Trios. While in trueness were: Omnicam, True Definition, Fastscan.

Key words: Accuracy, Trueness, Precision, Intraoral Digital Impression, Intraoral Scanners



INDICE DEL CONTENIDO

Contenido

CAPÍTULO I	10
1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN	11
CAPÍTULO II	13
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS ESCANERES DIGITALES	14
2.2. SISTEMAS EN LA ACTUALIDAD	15
2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE USO ACTUAL	16
2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ESCÁNERES INTRAORALES	17
2.5 MÉTODOS, TÉCNICAS O PROCEDIMIENTOS QUE SE HAYAN UTILIZADO	18
CAPÍTULO III	21
3. OBJETIVOS	22
CAPITULO IV	23
4. METODOLOGÍA	24
4.1 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD:	24
4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA BÚSQUEDA:	24
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN:	24
4.4 BUSQUEDA:	24
4.5 SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS:	24
4.6. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE DATOS:	26
4.7. LISTA DE DATOS:	26
4.7.1 Criterios de inclusión:	26
4.7.2 Criterios de exclusión:	26
4.9. MEDIDAS DE RESUMEN:	27
4.10. SÍNTESIS DE RESULTADOS:	27
CAPÍTULO V	28
5.1 RESULTADOS INDIVIDUALES DE LOS ESTUDIOS	29
5.2 TABLA DE RESUMEN DE RESULTADOS	31



5.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS:	32
5.4 CUADRO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS	29
5.5 CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	34
CAPÍTULO VI	40
DISCUSIÓN	40
CAPITULO VII	46
CONCLUSIONES	46
CAPITULO VIII	48
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	50



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Od. David Gerardo Carrillo Vaca en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de la tesis "Revisión Sistemática de Impresiones Digitales Intraorales", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de esta tesis en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 30 de enero del 2019

Od. David Gerardo Carrillo Vaca

C.I: 1717129892



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, David Gerardo Carrillo Vaca autor de la tesis "Revisión Sistemática de Impresiones Digitales Intraorales", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente tesis son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 30 de enero de 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above the printed name.

Od. David Gerardo Carrillo Vaca

C.I: 1717129892



DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo es dedicado principalmente a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.



AGRADECIMIENTO

Gracias a mis padres, por ser los principales promotores de mi formación académica, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradecimiento a los docentes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Cuenca, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación profesional, de manera especial, al Doctor Jaime Astudillo tutor del proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.



Universidad de Cuenca

CAPÍTULO I

INTRODUCCION Y JUSTIFICACIÓN



1. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La impresión de los tejidos bucodentales es un procedimiento que transfiere la situación intraoral del paciente a un modelo de yeso o a un sistema de diseño digital, para la fabricación de restauraciones indirectas; la precisión de los modelos o de las imágenes obtenidas por medio de dichas impresiones, va influenciar el acoplamiento adecuado y la longevidad de la restauración final (1).

Las impresiones en odontología pueden ser de tipo convencional utilizando materiales en estado plástico con capacidad de escurrimiento, que luego serán colocados dentro de la boca del paciente para obtener una copia detallada de las estructuras dentales. O también pueden ser impresiones digitales utilizando escáneres intraorales (2,3).

Las impresiones convencionales pueden verse afectadas por varios factores, entre ellos la presencia de líquido crevicular y sangre en las zonas a impresionar que impiden el escurrimiento adecuado del material, una técnica de manipulación incorrecta que puede alterar el resultado final de la impresión, el manejo inadecuado de los tejidos blandos que pueden estar inflamados en el momento de la impresión y provocar sangrado, por cambios dimensionales producto de un tiempo prolongado entre la impresión y el vaciado de la misma, etc. (2,3).

Por el contrario, las impresiones digitales intraorales no sufren las alteraciones de las impresiones convencionales antes nombradas, debido a que, en primer lugar, se puede prescindir de los materiales de impresión, evitando la presencia de aquellos factores negativos propios de la manipulación del material, además ya no sería necesario el envío de la impresión al laboratorio evitando todos los cambios dimensionales que este proceso acarrearía, disminuyen el riesgo de contaminación cruzada ya que no serían necesarios todos los procesos de desinfección que son obligatorios en las impresiones convencionales y finalmente disminuyen los tiempos de trabajo operatorio, permitiendo diseñar las restauraciones definitivas incluso en una sola cita, aumentando así la satisfacción del paciente (4,5).

La impresión dental debe cumplir con una característica indispensable para poder conseguir restauraciones exitosas, esta característica es la exactitud que a su vez depende de dos criterios específicos, la veracidad y la precisión. La veracidad mide la cantidad de coincidencias entre mediciones repetidas de varias impresiones cuando son comparadas con la de un modelo patrón. En tanto que la precisión es la cantidad



de coincidencias que existe entre las mediciones. Con estos parámetros es posible conocer cuál de las técnicas de impresión, sean convencionales o digitales, es la más exacta y conseguirá los mejores resultados al momento de copiar las estructuras de la cavidad bucal.

En la actualidad se comercializan varias marcas y tipos de escáneres intraorales, presentando actualizaciones en cuanto su diseño funcional, software, facilidad de manipulación, ergonomía, etc. Sin embargo, no suelen precisarse datos en cuanto a la exactitud de las imágenes obtenidas por medio de dichos sistemas. Es por este motivo que se planteó la realización del presente estudio cuyo principal objetivo fue realizar una revisión sistemática de la literatura científica disponible, sobre la exactitud (precisión y veracidad) de los diferentes escáneres intraorales utilizados para la toma de impresiones digitales.



Universidad de Cuenca

CAPÍTULO II

FUNDAMENTO TEÓRICO



2. MARCO TEÓRICO

2.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LOS ESCANERES DIGITALES

Existen varios tipos de escáneres digitales, algunos han sido actualizados, otros han sido reemplazados y muchos de ellos han dejado de utilizarse debido a dificultades de manejo o encarecimiento en su sistema operativo.

Entre los primeros escáneres intraorales que se comercializaron se encuentra el denominado sistema Sopha, diseñado en 1985 por el Dr. Duret en cooperación con Hennson Int, cuya fuente láser proyectaba luz en la zona deseada mientras que un segundo emisor adyacente captaba las imágenes en boca. Usaba una cámara CCD (charge-coupled-device) fotorreceptora de 512x512 pixeles, que requería diversas vistas de la preparación; procesando una vista vestibular, palatina, proximales y un registro antagonista al mismo tiempo (6,7).

En el año 1983 el Dr. Moormann y el Dr. Brandestini en colaboración con el Dr. Alain Ferru, ingeniero en software, desarrollaron el CEREC (CEramic REConstruction) que permitía escanear las cavidades dentales directamente en la boca del paciente, de forma rápida y precisa, para después enviar la información a la fresadora. El concepto inicial tenía una cámara optoelectrónica que ayudaba a captar la información intraoral para poder realizar las mediciones tridimensionales de las preparaciones dentales (8).

Luego de estos primeros acercamientos, los investigadores llegaron a la conclusión de que el escáner y la cámara debían ser un solo instrumento en funcionamiento simultáneo por lo que se desarrolló una cuadrícula de rayas paralelas bajo un ángulo dirigido hacia la preparación utilizando el principio de la triangulación y un sensor tipo CCD cuya luz incidía sobre el objeto. Según la distancia a la que el láser golpeaba la superficie, las líneas de luz aparecían en diferentes lugares en el sensor de la cámara. La luz emitida por el escáner fue proyectada a una cuadrícula de rayas blancas, negras brillantes y paralelas de 250 micras de ancho y como resultado se obtuvo la primera impresión óptica. La cámara debía estar alineada de acuerdo con el eje de inserción de la preparación y estabilizada, utilizando los dientes vecinos como apoyo, mientras el operador debía verificar el monitor para ajustes y confirmar el proceso de captura de datos. Este principio estaba basado en una visión directa hacia el eje de inserción que brindaba la información necesaria para el diseño de incrustaciones y coronas con un solo escaneo, proceso conocido como "impresión óptica" (9).



El sistema CEREC 1 apareció por primera vez en el mercado junto con el sistema Duret en el año 1987 siendo el primer sistema de impresión digital intraoral diseñado bajo el concepto de triangulación de luz, por intersección lineal de tres luces que se enfocan en cierto punto tridimensional en el espacio, la desventaja que tuvo el CEREC 1 fue el no poder procesar aquellas superficies que no contaban con dispersión de luz similar, efecto que disminuía la precisión del escaneo, por ese motivo, se empezó a utilizar un polvo de dióxido de titanio para favorecer la uniformidad en la dispersión de luz mejorando la precisión (10).

La cuarta generación fue conocida como CEREC AC Bluecam que capturaba imágenes mediante una luz azul visible emitida por un diodo LED como fuente de generación, se lo usaba tanto para una pieza dental como para un cuadrante completo, mediante la captura continua de fotografías (8,10). Un sistema más actualizado salía al mercado en el año 2012 bajo el nombre de CEREC AC Omnicam que utilizaba una captación continua de imágenes generando un modelo en tercera dimensión, a diferencia del Bluecam que utilizaba un sistema de adquisición de una sola imagen (10).

2.2. SISTEMAS EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad, el sistema Omnicam utiliza impresión de video con cámara de triangulación activa que opera mediante la emisión de luz en diferentes longitudes de onda, en patrones de tira que son reflejados por las superficies de las estructuras y después grabadas por un chip de carga acoplada (1,11). Además, se caracteriza por utilizar una pieza de mano ergonómica, ligera, de diseño redondeado que permite el acceso a todas las zonas intraorales sin necesidad de usar polvo antirreflectante. Esto permite al odontólogo guiar el cabezal de la cámara con movimiento fluido y a corta distancia sobre las piezas dentales y al mismo tiempo generar, en la pantalla, un modelo en tercera dimensión fotorrealista y a color (12).

En el año 2006 se fabricó el dispositivo de impresión digital intraoral Lava Chairside Oral Scanner (C.O.S.) y salió al mercado en el año 2008, este sistema funcionaba bajo el principio de “active wavefront sampling” (muestreo de frente de onda activo), que obtenía datos en tercera dimensión a partir de un sistema de imagen de una sola lente. Tres sensores capturaban las imágenes de diversos ángulos de forma simultánea generando parches enfocados mediante un algoritmo de procesamiento



de imágenes patentado (10). El Lava C.O.S. emitía una luz visible azul que también requería de un spray contrastador (10).

En el año 2007 Cadent Inc lanzó al mercado el sistema “Itero” que capturaba las imágenes intraorales por escaneo óptico y láser, se basaba en el principio de imágenes confocales paralelas, que estaban separadas aproximadamente 50 micras, permitiendo a la cámara obtener datos precisos de las estructuras dentales sin necesidad de utilizar polvos contrastadores. Además, utilizaba un sistema de laser rojo como fuente de luz (10).

En el año 2010 la casa comercial 3Shape lanzó un nuevo sistema de impresión digital intraoral, mismo que salió al mercado en el año 2011, este sistema utilizaba el principio de corte óptico ultrarrápido y microscopía confocal, ya que realizaba un escaneo rápido de alrededor de 3000 imágenes por segundo reduciendo el movimiento relativo entre el escáner y el diente, además, no requería de polvo contrastador para realizar el escaneado (10).

2.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE USO ACTUAL

Independientemente de la tecnología que utilice el escáner intraoral todas las cámaras requieren de la proyección de una luz que captará la imagen, misma que será procesada como individual o en video y será compilada por el software tras reconocer los puntos de interés primero en las coordenadas “X” y “Y”, para después procesar la coordenada “Z” que será calculada dependiendo de la distancia del objeto hacia la cámara. La luz utilizada puede ser pasiva si utiliza la luz del ambiente para iluminar los tejidos intraorales o puede ser luz activa si la luz estructurada es de color blanca, roja, o azul. En cámaras con luz activa un punto luminoso se proyecta sobre el objeto y la distancia se calcula mediante triangulación (13).

La triangulación basa su funcionamiento en el principio de que la posición de un punto de un triángulo se puede calcular conociendo las posiciones y ángulos de dos puntos de vista diferentes. El haz de luz incide sobre el objeto y la cámara busca la ubicación del punto del láser, dependiendo de la distancia a la que el láser golpee la superficie. El punto láser aparece en lugares diferentes en el sensor de la cámara. Se llama triangulación porque el punto láser, la cámara, y el emisor de láser forman un triángulo para recolectar la imagen final (13).



Otro tipo de tecnología que utilizan los escáneres es la captación confocal que se basa en la adquisición de imágenes enfocadas y desenfocadas de profundidades seleccionadas y puede detectar las áreas de nitidez de la imagen para inferir la distancia al objeto correlacionando con la distancia focal de la lente. En otras palabras, una pieza dental puede ser reconstruida por imágenes sucesivas tomadas desde diferentes focos, valores de apertura, y diferentes ángulos (13).

La AWS o “active wafefront sampling” es una técnica de imagen de superficie que requiere una cámara y un módulo de apertura fuera del eje. El módulo se mueve en una trayectoria circular alrededor del eje óptico y rota alrededor de los puntos de interés. La información de la distancia y profundidad se calcula a partir del patrón generado por cada punto (13).

Cualquiera que sea la tecnología utilizada el desafío principal es que cuadren todos los puntos obtenidos a partir de diferentes ángulos y puntos de vista, para lo cual se utilizan algoritmos que calculan y definen los puntos de interés (13).

2.4. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ESCÁNERES INTRAORALES

Como se puede apreciar, el desarrollo y actualización de los escáneres intraorales ayudó a mejorar varios aspectos de las impresiones digitales haciéndolas más eficientes y efectivas frente a las impresiones convencionales. Uno de esos aspectos que cabe mencionar es una mejor aceptación del procedimiento de registros dentales por parte de los pacientes ya que no sería necesario recurrir a materiales tixotrópicos dentro la cavidad bucal, que muchas veces generan reflejos indeseables al ser utilizados en los pacientes (14).

Otra ventaja que presentan las impresiones digitales intraorales es que son más eficientes al reducir los tiempos de trabajo clínico y procedimientos para obtener los registros dentales puesto que, terminado el escaneo, el modelo digital obtenido puede ser analizado de forma inmediata y en caso de que existan socavados o que el clínico no esté satisfecho con la imagen resultante, existe la posibilidad de eliminar el archivo y repetir el procedimiento sin menoscabo de la comodidad del paciente. Una vez terminado el proceso de forma satisfactoria se puede incluso enviar el archivo digital vía correo electrónico al laboratorista dental para que inicie con su trabajo en menor tiempo (14).



Por otra parte, las impresiones con escáneres intraorales suelen presentar dificultades cuando las líneas de preparación marginal se encuentran muy subgingivales en zonas estéticas, o si hay sangrados. El principal problema es que la luz no tiene la capacidad de detectar terminaciones muy profundas o no visibles a diferencia de los materiales de impresión convencional. Por este motivo se recomienda la utilización de doble hilo de retracción al momento de escanear para evitar imperfecciones en el modelo tridimensional (14).

2.5 MÉTODOS, TÉCNICAS O PROCEDIMIENTOS QUE SE HAYAN UTILIZADO

La cantidad de estudios sobre exactitud y precisión sobre escáneres intraorales son limitados, la mayoría son in vitro en modelos de estudio dentados o con implantes. Las comparaciones de dichos estudios demuestran que los escáneres intraorales tienen diferente exactitud y podría variar la indicación de uso clínico como por ejemplo en prótesis extensas, mientras que otros tienen aplicaciones más limitadas por ejemplo prótesis cortas o unitarias; la dificultad se presenta al comparar los escáneres en términos de veracidad y precisión ya que la tecnología de captura de imágenes así como el uso de polvo contrastador varían entre aparatos, así como la velocidad de escaneo, tamaño de la punta de la cámara, habilidad de detectar los colores, entre otras variables (14).

Para la comparación de la efectividad clínica de los diferentes escáneres intraorales se debe medir la exactitud que proviene de la precisión y la veracidad de los modelos obtenidos (14).

La exactitud (accuracy) en impresiones digitales es un método de medición de imágenes tridimensionales STL (standard tessellation language) obtenidas de forma indirecta al escanear modelos dentales o de forma directa sobre las estructuras anatómicas del paciente; la exactitud se obtiene a partir de dos resultados: precisión y veracidad (15,16).

La veracidad (trueness) es definida como la diferencia entre un valor verdadero (modelo patrón) y un valor promedio de mediciones repetidas (modelos experimentales) mediante superposición de imágenes. Es la capacidad de una medición experimental de coincidir con el valor estándar o patrón (15,17).



La precisión es un valor que expresa repetitividad del procedimiento, se expresa en términos de desviaciones estándar entre las mediciones experimentales obtenidas del mismo objeto, es decir, es la capacidad de una medición de ser reproducida consistentemente (11,15,17,18).

El método para comparar la exactitud entre escáneres es mediante superposición de imágenes tipo STL, que se obtienen mediante escaneo directo de un modelo patrón o de estudio, hecho de diferentes materiales como PMMA, cerámica, metal, titanio; este modelo es sometido a múltiples impresiones digitales con los diferentes escáneres intraorales, mismos que se analizarán con programas de evaluación tridimensional como el “Geomagic”, o “Rapidform” que son programas de ingeniería reversa que capturan formas desde información del escaneo 3D, manejando colores para diferenciar las zonas, ambos programas son desarrollados por la compañía 3DSystems.

Con la ayuda de este tipo de softwares se puede conocer la veracidad del sistema de impresión digital que es evaluada por la superposición de los datos de escaneo sobre los datos del valor verdadero, y la precisión que se obtiene por la superposición de datos obtenidos del mismo escáner. La herramienta de mejor ajuste (best fit tool) es utilizada para realizar la superposición de imágenes STL, obteniendo un mapa de colores de varios segmentos que demuestra las desviaciones (15).

Rutkunas et al (19) realizó una revisión sistemática donde evaluó estudios principalmente in vitro para impresiones digitales en implantología concluyó que los escáneres de última generación tienen igual e incluso mejores resultados que las impresiones convencionales, existiendo relación de la exactitud con la distancia e inclinación de los implantes, así como el tipo de escáner, estrategia de escaneo, características del scan body, tipo de escáner, y experiencia del operador entre otros. Las desviaciones lineales en promedio de los escáneres intraorales se encontraron entre 6 a 337 micras (19).

Acorde con Ahlholm et al (20) en su revisión sistemática la exactitud de las impresiones convencionales es similar a las impresiones digitales en la fabricación de coronas individuales y prótesis fijas cortas, mientras que para arcos completos las impresiones convencionales tienen mejor desempeño comparado con el método digital, aun así dentro de los estudios que compara encontró valores de veracidad y



precisión del Bluecam respectivamente de 29,4 μm a 58,6 μm y 19,5 μm a 32,4 μm , y Omnicam de 37,3 μm y 35,5 μm . Del iTero 32,4 μm y 36,4 μm . Lava COS de 40,3 a 44,9 μm y 60,1 μm a 63,0 μm en estudios de arco completo resultando según el estudio en gaps marginales menores a 120 μm que es clínicamente aceptable (20). Esto concuerda con el estudio de Yoshimasa (21) llegando a la misma conclusión de gaps marginales menores a 120 μm en digitalización indirecta, y de igual forma no difiere la exactitud con escáneres extraorales (21).

La fabricación de una restauración con el sistema CAD/CAM necesita el escaneo de la pieza dentaria preparada y sus estructuras vecinas. El diseño de la futura restauración y la manufactura física de la corona, así como su durabilidad a largo plazo, dependerán del éxito de la impresión digital realizada. Sin embargo, al existir varios tipos de escáneres intraorales en el mercado, es preciso conocer cuál presenta las mejores características antes de su utilización, sobre todo en lo que respecta a exactitud; por tanto, el presente estudio de revisión sistemática tuvo como principal objetivo analizar los estudios publicados en los últimos 5 años sobre precisión y veracidad de los escáneres de impresión digital intraoral (1).



Universidad de Cuenca

CAPÍTULO III

OBJETIVOS



3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una revisión sistemática de la para analizar las características de exactitud (precisión y veracidad) de las impresiones digitales intraorales.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar una búsqueda bibliográfica sistematizada sobre estudios relacionados con exactitud, precisión y veracidad de impresiones digitales intraorales, en diferentes bases digitales.
- Analizar y comparar resultados de exactitud entre impresiones digitales intraorales conseguidos con diferentes escáneres.
- Analizar y comparar resultados de precisión entre impresiones digitales intraorales conseguidos con diferentes escáneres.
- Analizar y comparar resultados de veracidad entre impresiones digitales intraorales conseguidos con diferentes escáneres.



Universidad de Cuenca

CAPITULO IV METODOLOGÍA



4. METODOLOGÍA

4.1 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD:

Esta revisión sistemática utilizó la guía PRISMA (Preferred Reporting Items of Systematic reviews and Metanalysis) para asegurar la calidad de la información incluida. Para ello, se manejó la lista de comprobación de ítems incluida en dicha guía. Se empleó además el sistema PICOS (Patient, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design) como criterio de elegibilidad en la selección de los artículos (22).

Participantes: modelos patrón (metálicos, ivorina, PMMA, etc) que estén preparados para prótesis fijas unitarias y/o plurales.

Intervención: Escaneo digital intraoral.

Comparación: Diferentes tipos de escáneres intraorales. Ejemplo: Cerec omnicam, bluecam, 3shape, iTero, true definitions, zfx intrascan, PlanScan, Trios, FastScan, E4D dentist, CS 3500. Entre otros.

Resultados: Exactitud (precisión y veracidad).

Diseño de los estudios: Experimentales in vitro.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA BÚSQUEDA:

Fueron considerados estudios en inglés, de los últimos 5 años, con los filtros de texto completo y disponibilidad de su abstract.

4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN:

Se realizó la búsqueda la base de datos PubMed y Cochcrane en el mes de julio y agosto del 2018 la fecha de la última búsqueda se la realizó el sábado 18 de agosto del 2018.

4.4 BUSQUEDA:

La búsqueda electrónica y el proceso de selección estuvo a cargo de un solo revisor. Se analizaron las bases digitales MEDLINE (PubMed), y Cochrane Library con una estrategia de búsqueda basada en la combinación de palabras clave MeSH (Medical Subject Headings) vocabulario controlado por Librería Nacional de Medicina, que se utiliza para la indexación de artículos científicos.

4.5 SELECCIÓN DE LOS ESTUDIOS:

Los criterios de elegibilidad se limitaron a la búsqueda de estudios in vitro que comparaban archivos tipo STL de impresiones digitales obtenidas mediante



escáneres intraorales de modelos patrón para prótesis fija unitaria y/o plural, utilizando para ello softwares de análisis tridimensional como “Geomagic”, y “Rapidform. Se elaboraron varios árboles de búsqueda utilizando palabras clave. La selección de estudios incluyó un análisis del título y el resumen de este, para corroborar los criterios de elegibilidad necesarios.

Las palabras clave y las diferentes estrategias de búsqueda utilizadas, se describen a continuación:

- Primer árbol de búsqueda palabras clave: ("Dental Impression Technique"[Mesh]) OR ("Dental Impression Technique/classification"[Mesh] OR "Dental Impression Technique/history"[Mesh] OR "Dental Impression Technique/methods"[Mesh] OR "Dental Impression Technique/utilization"[Mesh]) and in vitro

Resultado 81 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- Segundo árbol de búsqueda palabras clave: (((("Computer-Aided Design"[Mesh]) OR ("Computer-Aided Design/classification"[Mesh] OR "Computer-Aided Design/history"[Mesh] OR "Computer-Aided Design/instrumentation"[Mesh] OR "Computer-Aided Design/utilization"[Mesh])) AND (full text[sb] AND hasabstract[text]) AND "last 5 years"[PDat])) AND intraoral) NOT implants

Resultado 104 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- Tercer árbol de búsqueda palabras clave: (((Computer-Aided Design) AND dental impression technique)) NOT implants

Resultado 146 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- Cuarto árbol de búsqueda palabras clave: intraoral digital impressions

Resultado 122 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.



- Quinto árbol de búsqueda en el buscador de Cochrane con las palabras clave: “intraoral digital impressions” con filtro de odontología y salud oral, dando como resultado 7 artículos, ninguno cumplía con los criterios de elegibilidad.

4.6. PROCESO DE EXTRACCIÓN DE DATOS:

Los artículos fueron analizados según el título, autor, año de publicación, revista publicada y diseño del artículo. Para los estudios in vitro se analizó el área o sujeto de estudio, materiales utilizados, número de muestras, resultados, método de análisis de las muestras, estadística y conclusiones.

Los estudios fueron seleccionados por un proceso de tres escenarios que consideraron el título, el resumen y el texto completo. La primera fase se llevó a cabo mediante la obtención de los títulos de los artículos de interés de la base de datos seleccionada, los títulos que diferían claramente de los criterios de elegibilidad fueron excluidos directamente. La segunda fase estuvo enfocada en la lectura y análisis de los resúmenes que pasaron el primer filtro. Si durante el análisis del resumen se comprobaba que el estudio no tenía relación con los criterios de selección se lo descartaba. Finalmente, en la tercera fase se realizó la lectura crítica de los artículos, en su texto completo, para verificar que los estudios seleccionados cumplieran con los criterios de selección establecidos para la elaboración de la presente revisión sistemática.

4.7. LISTA DE DATOS:

4.7.1 Criterios de inclusión:

Para la inclusión de los artículos en esta revisión sistemática debieron cumplir con criterios de elegibilidad como:

- Estudios in vitro en arcos parciales para prótesis fija unitaria y/o plural en modelos patrón metálicos, de ivorina, o cualquier material resinoso o acrílico escaneados con escáneres intraorales.
- Los resultados de los estudios debieron tener como objetivo analizar la exactitud (precisión y veracidad) examinados con softwares de análisis tridimensional.

4.7.2 Criterios de exclusión:

- Estudios in vitro que analicen arcos completos, así como estudios in vivo



- Estudios que comparen escáneres intraorales con escáneres extraorales o con impresiones convencionales.
- Estudios que no describan claramente el método de medición utilizado.
- Estudios que comparen escáneres intraorales en modelos con implantes.

4.9. MEDIDAS DE RESUMEN:

Las principales medidas de resumen fueron los valores de p , valores promedio y desviaciones estándar, en micras, de los resultados que establecían la exactitud el escáner intraoral.

4.10. SÍNTESIS DE RESULTADOS:

Se utilizó un cuadro de resumen con los valores de exactitud, precisión y veracidad, para el manejo y recopilación de datos.



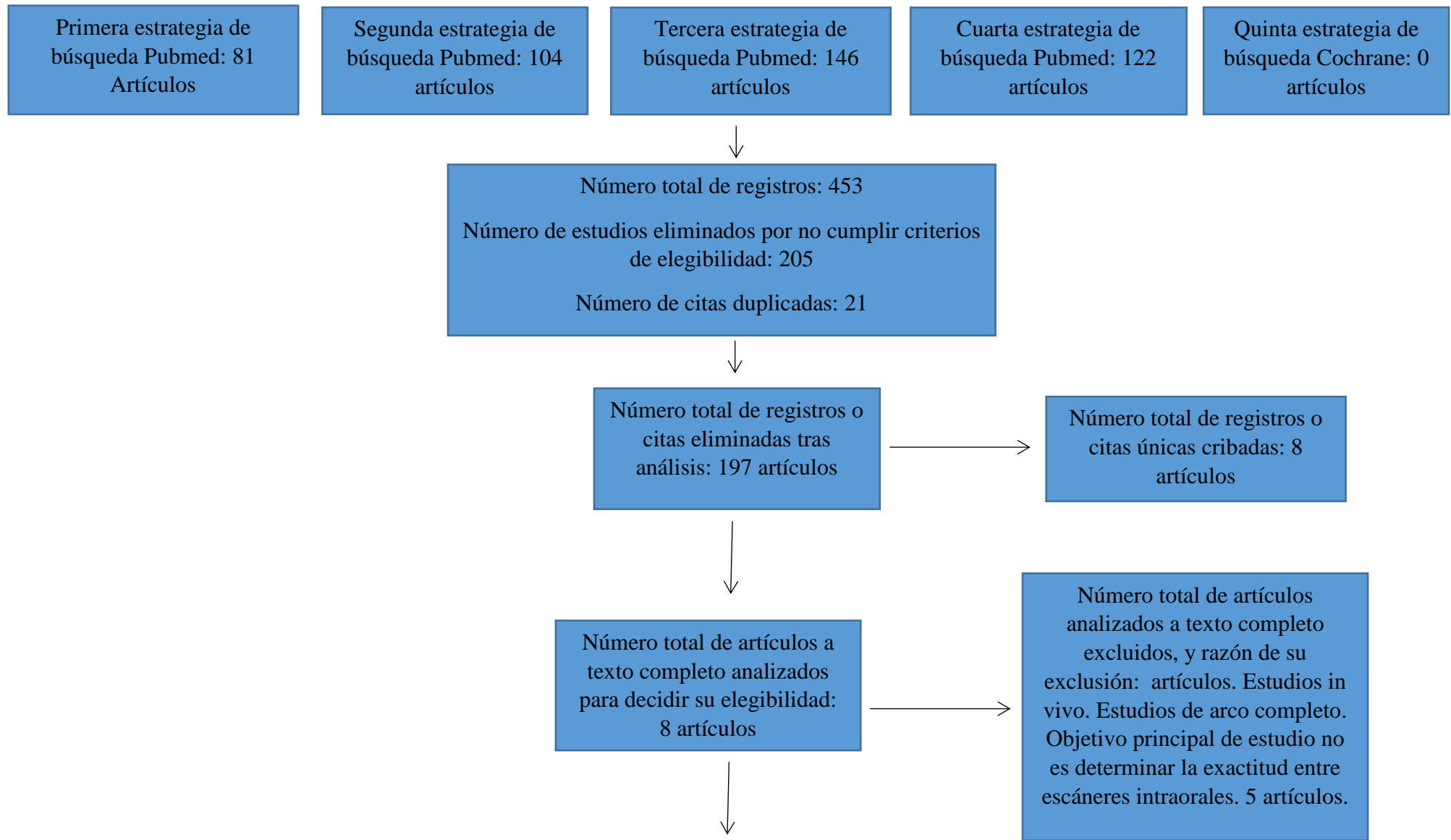
Universidad de Cuenca

CAPÍTULO V

RESULTADOS



5.1 CUADRO DE SELECCIÓN DE ESTUDIOS





Número total de estudios
incluidos en la síntesis
cualitativa de la revisión
sistemática: 3 artículos

5.2 TABLA DE RESUMEN DE RESULTADOS

Autor	Escáner	Precisión	Veracidad
Jae-Jun Lee et al. (23)	Bluecam	12.7±2.6 μ m	17.5±1.8 μ m
	Omnicam	12.5±3.7 μ m	13.8±1.4 μ m
Jan-Frederik Guth et al. (24)	CS 3500	13±1	0.014 mm
	Xfx Intrascan	30±10-45	0.033 mm
	Bluecam	22.5±22-30	0.029 mm
	Omnicam	30±32.5-27.5	0.031 mm
	Truedefinition	10±2.5-7.5	0.011 mm
Ji-Man Park (25)	E4D dentist	97.6±109.2 μ m	114.2±80.7 μ m
	Fastscan	26.0±24.4 μ m	45.2±29.8 μ m
	iTero	25.8±22.5 μ m	52.1±38.8 μ m
	Trios	13.0±12.1 μ m	49.7±36.6 μ m
	Zfx Intrascan	132.3±124.4 μ m	89.4±64.2 μ m

5.3 RESULTADOS INDIVIDUALES DE LOS ESTUDIOS

Las impresiones digitales de los estudios seleccionados utilizaron los siguientes escáneres: Sirona Bluecam, Sirona Omnicam, CS 3500, Zfx Intrascan, True Definition, E4D dentist, Fastscan, iTero, Trios. Dos estudios emplearon la superposición de imágenes mediante el programa “Geomagic” (23,24), y el tercer estudio utilizó el programa “Rapidform”(25). Los tres estudios analizaron las desviaciones estándar de los valores en micras obtenidos de dicha superposición. Todos los estudios concluyen que;



las diferencias de exactitud, precisión y veracidad, entre los escáneres analizados, no es estadísticamente significativa.

Lee et al. (23) concluyó que entre Bluecam y Omnicam no existe diferencia en cuanto a la precisión $12,7 \pm 2,6$ micras y $12,5 \pm 3,7$ micras respectivamente. En tanto que, la veracidad obtuvo un $17,5 \pm 1,8$ micras y $13,8 \pm 1,4$ micras; valores que luego se compararon con los resultados de un escáner de modelos, el cual obtuvo $9,2 \pm 1,2$ micras de precisión y $17,4 \pm 1,7$ micras de veracidad. En veracidad no hubo diferencia significativa entre bluecam y escáner de modelos, pero si hubo diferencia significativa entre Bluecam y Omnicam, además entre Omnicam y escáner de modelos. En cuanto a la precisión, la diferencia entre Bluecam y Omnicam, así como entre Omnicam y el escáner de modelos, no fue estadísticamente significativa, pero si hubo diferencia significativa entre el Bluecam y escáner de modelos. Por lo que el Omnicam tiene mejor veracidad que el escáner de modelos y similar precisión (23).

Güth et al (24) comparó los siguientes escáneres CS 3500, Zfx Intrascan, Sirona Bluecam, Sirona Omnicam, y True Definition. EL escáner True Definition mostró tener la mejor veracidad seguido del CS3500 y el grupo de control con el escáner D810 de laboratorio, después se posicionó el Bluecam, Zfx Intrascan y Omnicam en orden ascendente. En cuanto a precisión el CS 3500 mostró los mejores valores seguido del True Definition junto con el Bluecam y Omnicam. Después se posicionaron el grupo de control, y el Zfx Intrascan (23).

Park et al. (25) demostró que las desviaciones promedio de veracidad y precisión del Fastscan, iTero, y Trios se encontraron en el rango de 40 a 60 micras y 10 a 30 micras respectivamente. Mientras que el Zfx Intrascan y E4D dentist estaban en el rango de 80 a 120 micras y 90 a 140 micras respectivamente (25).

5.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

- **Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners: Jae.Jun Lee Et Al (23).**



Objetivo principal de este estudio comparativo in vitro es comparar la exactitud de dos escáneres extraorales con 2 intraorales con escáneres de laboratorio como control de 7 micras de exactitud (SmartSCAN r5; AICON 3D Systems).

Un modelo de PMMA de un molar se escaneo 6 veces con bluecam, y omnicam, así como con un escáner de laboratorio para obtener el valor verdadero y poder compararlo con el software de análisis tridimensional Geomagic Control.

- **Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization: Jan-Frederick Guth Et Al (24).**

Objetivo principal determinar la exactitud de diferentes escáneres intraorales y compararlos con el proceso de digitalización indirecta.

Un modelo de titanio se digitalizó 12 veces con cada escáner, y como control se tomó 12 impresiones con poliéter cuyos modelos fueron digitalizados con un escáner de laboratorio D-810 laboratory scanning device (Dental System 2014-1 x 64 (build 2.9.9.5-16.09.2014); 3Shape, Copenhagen, Denmark), y poder compararlos mediante el software de análisis Qualify 12 (Version 02.01.2012; Geomagic, Morrisville, NC, US).

- **Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form: Ji-Man Park (25).**

Objetivo principal del estudio comparativo in vitro es realizar una evaluación comparativa tridimensional de escáneres intraorales en cuanto a precisión y veracidad.

Un modelo tipo pantoma con 5 piezas preparadas para prótesis fija fue escaneado por un escáner referencial (Dental Wings) que tiene una exactitud de 15 micras como valor referencial o verdadero y compararlo con 5 escáneres intraorales E4D Dentist, Fastscan, iTero, Trios, y Zfx Intrascan

La superposición utiliza el programa de ingeniería reversa Rapidform; INUS Technology Inc.



5.5 CUADRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Autor (tipo de estudio)	Nombre del estudio	Tipo de modelo patrón	Tipo de Software análisis 3D	Tipo de escáner intraoral	Precisión	Veracidad
Jae-Jun Lee et al. (23)	Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners	Pilar de primer molar maxilar de PMMA	Geomagic control	Sirona Bluecam luz azul captación individual de imágenes por triangulación	12.7 \pm 2.6 ^a (um) Precisión alta	17.5 \pm 1.8a Veracidad alta
				Sirona Omnicam luz blanca captación de video por triangulación	12.5 \pm 3.7a,b Precisión alta	13.8 \pm 1.4b Veracidad alta
				Escáner para obtener el valor verdadero: escáner de alta precisión de 7 micras SmartSCAN r5 AICON 3D Systems		



Jan-Frederik Guth et al. (24)	Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization	Modelo de titanio con un premolar y molar preparado con chamfer representando una fija plural de 4 unidades	Qualify 12 (Version 02.01.2012; Geomagic, Morrisville, NC, US)	CS 3500 Intraoral scanner captación individual de imágenes	13±1 Precisión alta	0,014bA (mm) Veracidad alta
				Zfx Intrascan captación de video con microscopia confocal	30±10/45 Precisión baja	0,033 dD Veracidad media
				CEREC AC Bluecam luz azul captación individual de imágenes por triangulación	22,5±25/30 Precisión media	0,029dBC Veracidad media
				CEREC AC Omnicam luz blanca captación de video por triangulación	30±32,5/27,5 Precisión media	0,031dBC Veracidad media



				<p>True Definition luz estructurada, active wave sample y captación de video 3D</p> <p>Escáner control: D-810 dispositivo de escaneo de laboratorio (Dental system 2014-1 x 64 (build 2.9.9.5-16.09.2014);3Shape, Copenhagen, Denmark).</p>	<p>10±2,5/7,5</p> <p>Precisión alta</p> <p><i>Valores interpretados del diámetro de círculos “bull’s eye” que representa repetitividad o precisión.</i></p>	<p>0,011Cc</p> <p>Veracidad alta</p>
Ji-Man Park (25)	Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral	Pantoma con 5 pilares preparados	Programa de ingeniería reversa (Rapidform; INUS	E4D dentist captación individual de imágenes con tomografía de coherencia óptica	<p>97.6 ±</p> <p>109.2b(um)</p> <p>Precisión baja</p>	<p>114.2 ± 80.7a</p> <p>Veracidad baja</p>



scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form	Technology INC)	Fastscan individual imágenes triangulación activa	captación de con activa	26.0 ± 24.4c Precisión alta	45.2 ± 29.8c Veracidad media
		Itero individual imágenes microscopia confocal	captación de con microscopia confocal	25.8 ± 22.5c Precisión alta	52.1 ± 38.8c Veracidad media
		Trios video microscopia confocal	captación de con microscopia confocal	13.0 ± 12.1d Precisión alta	49.7 ± 36.6c Veracidad media
		Zfx captación de con confocal	Intrascan de video microscopia confocal	132.3 ± 124.4 ^a Precisión baja	89.4 ± 64.2b Veracidad baja



Universidad de Cuenca

				Escáner referencial: 7 series; Dental Wings Inc. con veracidad de 15 micras		
--	--	--	--	---	--	--



Los escáneres intraorales utilizados en los estudios seleccionados fueron: Bluecam que emite luz azul con tecnología de triangulación activa y captación individual de fotos y Omnicam que emite luz blanca con tecnología de triangulación activa y captación mediante video, en el estudio de Jae-Jun Lee et al (23). Por otra parte, Jan-Frederik Guth et al analizaron el CS3500 que emite luz tipo láser con tecnología de triangulación activa y captación individual de fotos, el Zfx Intrascan que emite luz tipo láser rojo con tecnología de microscopía confocal y detección mediante el efecto Moiré y captación mediante video, el Truedefinition que utiliza luz estructurada con tecnología active wave simple y captación de video en 3D y el E4D dentist que utiliza emisión de luz láser con tecnología de triangulación activa y captación individual de imágenes (24). Finalmente, se analizó el Fastscan que emite luz láser con tecnología de triangulación activa y captación individual de imágenes, el iTero con emisión de luz láser rojo con tecnología de microscopía confocal y captación individual de imágenes, y el Trios que utiliza luz estructurada con tecnología de microscopía confocal y captación individual de imágenes en el estudio de Ji-Man Park (25).

Los modelos patrón utilizados por los estudios seleccionados fueron: Jae-Jun Lee utilizó un pilar de primer molar de PMMA (23), Jan-Frederik Guth utilizó un modelo de titanio con un premolar y molar simulando una prótesis fija plural de 4 unidades (24), Ji-Man Park utilizó 5 pilares de dientes ivorina (25).

Los sistemas de análisis tridimensional utilizados fueron Geomagic control (23), Geomagic qualify 12 (24), y programa de ingeniería reversa Rapidform INUS technology (25).

Los estudios de Lee et al (23) y Park et al (25) utilizaron las mediciones de precisión y veracidad mediante superposición de imágenes con resultados en micras, mientras que el estudio de Guth et al (24) utilizó superposición de imágenes y la interpretación de sus resultados en milímetros para veracidad, y con un cuadro estadístico tipo “bull’s eye” para los resultados de precisión.



Universidad de Cuenca

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN



Tras realizar el análisis de los artículos que cumplieron con los criterios de elegibilidad se pudo constatar que, los escáneres que consiguieron más exactitud (precisión y veracidad) en la superposición de imágenes de las impresiones digitales, fueron: Omnicam con una veracidad de $13,8 \pm 1,4$ μm y el Bluecam con una precisión $12,7 \pm 2,6$ μm (23), seguido del escáner True Definition con una precisión de 0,011 mm; pero el CS 3500 fue más veraz con 13 ± 1 . Conforme el estudio de Park el escáner Trios tuvo mejor precisión con $13,0 \pm 12,1$ μm mientras que el Fastscan obtuvo una veracidad $45,2 \pm 29,8$ μm ; (25). En contraposición el escáner Zfx Intrascan fue el que obtuvo los valores de precisión y veracidad más bajos por lo que se considera el menos exacto acorde con Guth y Park (24,25). Probablemente la diferencia radica en la tecnología de cada escáner, por ejemplo, el Omnicam, el CS3500 y el Fastscan utilizan triangulación activa que fueron los más veraces, el Trios y True Definition fueron los más precisos utilizan microscopía confocal y luz estructurada respectivamente, mientras que, el Zfx Intrascan utiliza microscopia confocal y detección con efecto Moiré, es decir, superposición de líneas con tamaños ligeramente diferentes.

Los escáneres tomados en cuenta presentan diferentes tecnologías, por ejemplo, el Bluecam, Omnicam, Carestream 3500, y Fastscan utilizan triangulación activa, mientras que el True definition emplea el frente de onda activo (AWS), el Trios, Zfx Intrascan, iTero microscopía confocal; el E4D dentist utiliza tomografía por coherencia óptica. Además, el Omnicam, True Definition, Trios, Zfx Intrascan utilizan captación de imágenes por video, mientras que el Bluecam, CS 3500, E4D, Fastscan, iTero lo hacen por fotografías; esta puede ser la razón de la diferencia en exactitud entre escáneres.

En cuanto a la precisión y veracidad de la impresiones digitales conseguidas por los escáneres seleccionados estos presentan valores diferentes, por ejemplo, para Lee et al (23) la veracidad del bluecam fue de $17,5 \pm 1,8$ μm y la precisión $12,7 \pm 2,6$ μm ; para el omnicam la veracidad fue de $13,8 \pm 1,4$ μm y la precisión $12,5 \pm 3,7$ μm ; el escáner referencial tuvo valores de veracidad de $17,4 \pm 1,7$ μm y precisión $9,2 \pm 1,2$ μm . Esto indica que, las impresiones digitales con omnicam mostraron mejor veracidad que las impresiones conseguidas con el escáner referencial SmartScan r5 AICON 3D systems,



el nivel de precisión fue similar entre los dos escáneres, pero fue mejor la precisión del escáner SmatScan (23).

Acorde con Guth et al, (24) el escáner true definition (0,011 mm) mostró la mejor veracidad seguido del carestream (CS) 3500 (0,014 mm) y el grupo control del escáner referencial de laboratorio 3 Shape D 810 (0,019 mm). Los escáneres Bluecam (0,029 mm), Omnicam (0,031 mm), y Zfx intrascan (0,033) mostraron niveles de veracidad bajos en comparación con el True definition y CS 3500, para la precisión el carestream 3500 mostró los niveles más altos, seguido del true definition junto con el bluecam y omnicam. Al grupo control le sigue el Zfx intrascan con la precisión más inexacta (24).

Guth (24) y Lee (23), encontraron valores de veracidad similares de las impresiones digitales conseguidas con bluecam y omnicam, sin embargo, Guth encontró valores menores en la veracidad. Los valores de precisión tanto de Bluecam como de Omnicam, en el estudio de Lee, fueron muy similares, en tanto que, Guth demuestra mayor diferencia entre escáneres; esta diferencia puede deberse a que Guth utilizó un modelo patrón de titanio, mientras que, Lee un modelo de PMMA.

Acorde con Park (25) las desviaciones promedio de veracidad y precisión del Fastscan, iTero, y Trios se encontraron en el rango de 40 a 60 μm , y 10 a 30 μm respectivamente, mientras que el Zfx intrascan y E4D dentist group se encontraron entre 80 a 120 μm , y 90 a 140 μm , lo que nos indica que los tres primeros escáneres demostraron mejor exactitud que el Zfx intrascan y E4D (25). En el caso del estudio de Park (25) el resultado de veracidad y precisión del Zfx intrascan ($89,4 \pm 64,2 \mu\text{m}$; y $132,3 \pm 124,4 \mu\text{m}$) tiene una diferencia con el estudio de Guth en cuanto a veracidad (0,033 mm), y de precisión ($30 \pm 10/45$), pero ambos autores coinciden que existe un rango muy amplio en la distribución de la desviación estándar ($\pm 124,4 \mu\text{m}$ según Guth, y entre 10/45 según Guth), pero la diferencia probablemente sea porque Park utiliza dientes pilares de ivorina, mientras que Guth utiliza un modelo de titanio.

En el modelo tridimensional conseguido con los diferentes escáneres, puede haber diferencias en la densidad de los triángulos o teselaciones, que constituyen la topología o reconstrucción de la malla que conforma el modelo tridimensional, sobre el que se realiza el diseño de la prótesis, por ejemplo el CEREC Omnicam tiene 10 mil triángulos,



el E4D 35 mil triángulos, el iTero 74 mil triángulos, el 3M Lava 30 mil triángulos comparados con un escáner referencial Atos con 110 mil triángulos y, además, esta topología puede variar según el material a ser escaneado (26), otro estudio con dientes de ivorina describe la malla de teselación como polígonos con diferentes resoluciones, iTero 42,638, Trios 28,280, Fastscan 20,210, E4Dentist 17,607, y Zfx intrascan 10,432, posiblemente la diferencia de resolución se deba al material (25); Lee (23), utiliza un pilar de primer molar tallado en material PMMA; Guth (24) utiliza un modelo de titanio con un premolar y un molar simulando una prótesis fija plural de 4 unidades, y finalmente, Park (25) utiliza 5 pilares de dientes ivorina, la diferencia de materiales pudo haber provocado una diferencia en la exactitud al momento de realizar la superposición de imágenes.

Los estudios incluidos presentan, además, diferencias en su metodología, dos estudios (23,25) compararon la veracidad superponiendo el archivo de prueba contra un valor verdadero, y la precisión superponiendo archivos STL del escáner entre sí, obteniendo valores en micras. Otra diferencia es que Ji-Man Park (25) utiliza como programa de análisis el Rapidform, INUS Technology Inc; mientras que Jae-Jun Lee et al (23), utilizaron el programa Geomagic Control; los dos softwares son desarrollados por la misma compañía por lo que son similares. El estudio de Guth (24) reveló los resultados en valores de p con intervalos de confianza de los datos obtenidos en milímetros, y una escala tipo “bull’s eye” utilizando como programa de análisis tridimensional el Geomagic Qualify 12. La heterogeneidad en los resultados y el manejo de las muestras dificulta un correcto análisis en cuanto a precisión y veracidad entre los escáneres involucrados. Los únicos escáneres que coinciden en 2 estudios son Omnicam, Bluecam, y Zfx intrascan (23–25) pero los materiales de los modelos patrón difieren por lo que no se puede hacer una comparación directa.

Algunos estudios difieren con los resultados obtenidos en la presente revisión sistemática, por ejemplo, para Renne et al (28) el escáner Planscan fue el mejor en precisión y veracidad en sextantes, mientras que en arcos completos fue el 3Shape, dicho estudio incluyó los escáneres CS3500, Omnicam, Bluecam, Trios pero no tuvieron un buen desempeño, la diferencia entre los resultados de este estudio y los obtenidos por la presente revisión sería que Renne registró arcos completos, lo que provoca



diferencias en la exactitud entre escáneres, debido a la distancia de los tramos escaneados.

Vecsei (29) midió las distancias escaneadas con un calibrador digital y luego los valores obtenidos utilizando escáneres intraorales referenciales como el Cerec Omnicam, iTero, Trios y superposición de imágenes concluyendo que mientras más corta es la distancia escaneada, se obtiene resultados más cercanos a la realidad; en distancias intermedias la digitalización directa e indirecta tiene resultados menos exactos comparados con el valor real, pero aun así la digitalización directa mostró valores más cercanos al real; mientras que en distancias mayores como arcos completos la digitalización directa es la que muestra resultados menos exactos, mientras que la digitalización indirecta fue superior (29).

Dicha afirmación coincide con Park (25) quien ha observado una mayor exactitud cuando se trata de espacios cortos como prótesis fija unitaria, e incrustaciones, contrario a las prótesis fijas plurales donde la exactitud empieza a disminuir (25). El mismo problema puede presentarse si se va a utilizar un escáner intraoral para la impresión de una prótesis fija plural con espacios edéntulos amplios, según ha concluido Kim et al (30) la exactitud se altera y pueden existir errores en el modelo digital.

Kim, además, concluye que el mejor escáner fue el Trios con una veracidad de $36,1 \pm 7,0 \text{ um}$ y una precisión $13,0 \pm 4,2 \text{ um}$. Acorde el estudio de Nedelcu (17) quien comparó escáneres intraorales en 5 unidades bilaterales desde la línea media, in vivo, encontrando que los más exactos son el True Definition y Trios, coincidiendo con los estudios previamente citados.

Según lo indicado, el clínico debería escoger el escáner correcto de acuerdo al caso que vaya a trabajar; si bien, las diferencias de precisión y veracidad son clínicamente aceptables, el usar escáneres intraorales en arcos completos o muy largos podría afectar el resultado final de la impresión, por lo que se debería optar por la digitalización indirecta del modelo; si se va a planificar prótesis fijas unitarias o plurales cortas se puede confiar enteramente en la digitalización directa.



El estudio de Soo-Hyuk UHM et al (31) presenta resultados similares a la presente revisión sistemática mostrando al CS 3500 y Trios como los escáneres de mejor rendimiento, con valores de veracidad de $40,77 \pm 28,53$ um y precisión de $30,97 \pm 26,23$ um en un pilar para incrustación. En tanto que, en una prótesis plural de 4 unidades el escáner que obtuvo los mejores resultados, en cuanto a veracidad, fue el Omnicam con $118,20 \pm 61,06$ um y precisión el CS3500 con $77,10 \pm 61,55$ um (31).

Los estudios de Renne et al (28), Vecsei et al (29), Kim et al (30), y Nedelcu (17) difieren con los resultados de la presente revisión sistemática pues en dichos estudios utilizan arcos largos y completos en sus comparaciones. Sin embargo, en la exactitud de los escáneres, Kim, Nedelcu y Vecsei concuerdan que el escáner Trios presenta los mejores resultados; posiblemente porque utilizan métodos similares al escanear arcos largos y completos, mediante la superposición de imágenes en los programas Geomagic Control (28), Geomagic Verify Software (29), Rapidform 2006, INUS technology (30), Geomagic Control 2015 (17) respectivamente.

El estudio de Uhm et al (31) concuerda con resultados de la presente revisión sistemática al concluir que los escáneres que tienen mejor desempeño fueron el CS3500 en veracidad, el Trios en precisión, posiblemente porque utiliza un método similar a los estudios seleccionados en la presente revisión sistemática, es decir, la superposición de imágenes mediante el programa Geomagic Studio 2015.



Universidad de Cuenca

CAPITULO VII

CONCLUSIONES



- Las mediciones por superposición de imágenes para determinar la precisión y veracidad de impresiones digitales intraorales en arcos parciales cortos y unitarios demostraron diferentes valores según el tipo de escáner, los de mejor rendimiento fueron: En **precisión**: Bluecam, Carestream 3500, Trios. Mientras que en **veracidad** fueron: Omnicam, True Definition, Fastscan.
- Todos los escáneres muestran una exactitud diferente lo cual puede variar por la tecnología de escaneo, por ejemplo, los escáneres con triangulación activa presentan mejor rendimiento. Se pudo observar que la mayoría de escáneres con captación de video tienen mejor precisión, mientras que los escáneres con captación individual de fotografías son más veraces.
- Existe una diferencia evidente en cuanto a exactitud entre los escáneres analizados, sin embargo, no existe evidencia que indique que dicha diferencia pueda alterar el resultado de la restauración final.
- Al no existir estandarización en los métodos de evaluación utilizados y en el manejo de resultados en cuanto a exactitud, precisión y veracidad, no es posible comparar los 3 estudios que cumplieron los criterios de elegibilidad.



Universidad de Cuenca

CAPITULO VIII

RECOMENDACIONES



- Luego de haber analizado varios árboles de búsqueda relacionados a impresiones digitales intraorales se recomienda realizar más investigaciones que comparen precisión y veracidad de los escáneres más utilizados en nuestro medio ya que de esto dependerá el éxito de las restauraciones que se realizan con este método
- Tras analizar varios estudios para la presente revisión sistemática se recomienda tomar en cuenta las especificaciones del fabricante en cuanto al patrón y secuencia de escaneo, aunque no existe evidencia que se altere la exactitud del modelo digital; excepto con el omnicam que se recomienda respetar la secuencia que indica el fabricante.
- Se ha podido constatar tras el análisis de estudios que la resolución del modelo digital puede variar según el material a ser escaneado, por lo que se recomienda tomar en cuenta este aspecto previo al escaneo digital a pesar que varios estudios indican que no afecta la exactitud del mismo.



BIBLIOGRAFÍA



1. Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, Gomi H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mater J*. 2017;36(4):402–7.
2. Mezzomo E, Makoto R. Rehabilitación Oral Contemporánea. Primera. Vol. uno. Sao Paulo - Brazil: Amolca; 2010. 441 p.
3. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am*. abril de 2004;48(2):445–70.
4. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent [Internet]*. 2016 [citado el 12 de marzo de 2016]; Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002239131600041X>
5. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent*. 2013;109(2):121–128.
6. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009;28(1):44–56.
7. Pradies G, Zarauz Yáñez C. Estudio Comparativo In Vivo de un Sistema de Impresión Convencional con Elastómeros Vs. un Sistema de Impresión Digital (ITero). [Madrid - España]: Universidad Complutense de Madrid; 2012.
8. Moörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006;137:7S–13S.
9. Mormann W. State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC. London: Quintessence books; 2006. 1–8 p.
10. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review: Intraoral Digital Impression Review. *J Prosthodont*. junio de 2015;24(4):313–21.



11. Atieh MA, Ritter AV, Ko C-C, Duqum I. Accuracy evaluation of intraoral optical impressions: A clinical study using a reference appliance. J Prosthet Dent. 2017;
12. <http://www.sirona.com/es/actualidad/noticias-y-prensa/odontologia-digital-news-detail/25586/>.
13. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguié G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. J Healthc Eng. 2017;2017:1–9.
14. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. BMC Oral Health [Internet]. diciembre de 2017 [citado el 29 de agosto de 2018];17(1). Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-017-0442-x>
15. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. J Prosthet Dent. 2017;117(2):253–259.
16. Jeong I-D, Lee J-J, Jeon J-H, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. J Prosthet Dent. 2016;115(6):755–759.
17. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. J Dent. febrero de 2018;69:110–8.
18. Güth J-F, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. Clin Oral Investig. junio de 2017;21(5):1445–55.
19. Rutkūnas V, Gečiąuskaitė A, Jегелеvičius D, Vaitiekūnas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. Eur J Oral Implantol. 2017;10 Suppl 1:101–20.



20. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review: Digital vs. Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics. *J Prosthodont.* enero de 2018;27(1):35–41.
21. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci.* 2018;60(1):1–7.
22. Hutton B, Salanti G, Caldwell DM, Chaimani A, Schmid CH, Cameron C, et al. The PRISMA Extension Statement for Reporting of Systematic Reviews Incorporating Network Meta-analyses of Health Care Interventions: Checklist and Explanations. *Ann Intern Med.* el 2 de junio de 2015;162(11):777.
23. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent.* febrero de 2017;117(2):253–9.
24. Güth J-F, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig.* junio de 2017;21(5):1445–55.
25. Park J-M. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont.* 2016;8(5):354.
26. Nedelcu RG, Persson ASK. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: An in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent.* diciembre de 2014;112(6):1461–71.
27. Mennito AS, Evans ZP, Lauer AW, Patel RB, Ludlow ME, Renne WG. Evaluation of the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent.* marzo de 2018;30(2):113–8.



28. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. J Prosthet Dent. 2017;118(1):36–42.
29. Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems – An in vitro study. J Prosthodont Res. abril de 2017;61(2):177–84.
30. Kim J-E, Amelya A, Shin Y, Shim J-S. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. J Prosthet Dent. 2017;117(6):755–761.
31. Uhm S-H, Kim J-H, Jiang HB, Woo C-W, Chang M, Kim K-N, et al. Evaluation of the accuracy and precision of four intraoral scanners with 70% reduced inlay and four-unit bridge models of international standard. Dent Mater J. 2017;36(1):27–34.